

有機チオール化合物による砒素解毒に関する実験的研究

第 IV 編

乳汁蛋白の表面活性作用に関するポーラログラフ的研究

岡山大学医学部小児科教室 (主任: 浜本教授)

守 田 哲 朗

〔昭和 34 年 3 月 31 日受稿〕

I. 緒 言

乳児の人工栄養品, 就中, 牛乳加工品を以て人乳と同等の効果を挙げんとする努力は, 乳汁を化学的に或は物理化学的に, 又, 乳児の腸内菌叢を細菌学的に究明する事により, 今日迄, 絶えず続けられて来たが, 未だ完全とはいえない現状である. 1942年, 浜本教授¹⁾は, Brdička により発見されたポーラログラフ的蛋白触媒波を, 乳汁蛋白の研究に利用され, 乳汁蛋白質 SH 基の活性度に就き, 栄養学的意義を考察された. 即ち, 教授は, 乳汁蛋白の活性 SH 基は, 乳汁の加熱により容易に破壊されるものであり, しかも, その程度は, 牛乳よりも人乳に於いて著しい事を認め, Cate²⁾⁻⁸⁾等の加熱人乳有害説を立証された.

私は, 第 I 編に於いて, 砒素と乳汁蛋白との間に生ずる反応をポーラログラフ的に検討し, 砒素還元波の乳汁添加による波高の減少は, 砒素と蛋白 SH 基との結合ではなく, 乳汁蛋白分子の表面活性作用により砒素が陰極面への拡散吸着を抑制された為である事を認め報告した. 更に, この乳汁蛋白分子の表面活性作用は, 人乳と牛乳とでは著明な差が認められ, 又, 牛乳でも, 生牛乳, 調整粉乳及び市販牛乳の間にそれぞれの差のある事を述べた.

そもそも, 乳汁蛋白分子の表面活性作用は, 凝乳課程に於ける Ca 吸着の問題を初めとして, 乳汁蛋白の消化吸收に重要な役割を演ずるものであり, 人乳と種々牛乳の蛋白表面活性作用を比較検討する事は, 乳児栄養学的に意義あるものと考えられる. 各種乳汁の蛋白含有濃度には著しい差があるので, 本編に於いて, 私は, これら蛋白質自身の表面活性作用を検する為に, これら乳汁を総て同一濃度の蛋白溶液としたものについてそれぞれの表面活性作用を

比較し, 次いで, 人乳及び牛乳の生及び加熱乳汁に就てもそれぞれ比較し, 更に, 乳児胃液及び成人胃液の pH と同一条件にした塩酸試験液中で, 各種乳汁蛋白の表面活性作用を比較して, 人乳及び牛乳の栄養学的意義を考察した. 以下, その成績に就て報告する.

II. 実験材料

1. 試薬及び被験乳汁

1) 標準亜砒酸溶液・亜砒酸 (砒素換算 100 γ /cc) 溶液……第 I 編に同じ.

2) 8×10^{-3} MCOCl₂ 溶液

3) 1 n NH₄ Cl 溶液

4) 1 n NH₃ 溶液

5) 0.1 n HCl 溶液

以上の試薬は, すべて特級品を使用した.

6) 生人乳・搾乳直後の新鮮乳を使用した.

7) 加熱人乳 人乳 5 cc を沸騰する迄加熱し, 次いで 100°C 恒温槽中に 10 分間放置したもの.

8) 生牛乳・搾乳直後の新鮮乳を使用し, 人乳と同一蛋白濃度にするには, これを蒸留水で 3 倍に稀釈して用いた.

9) 加熱牛乳・加熱人乳と同様操作で作製した.

10) 調整粉乳・全乳濃度のものとして明治ソフトカード L 粉乳を 18% に稀釈したもの, 人乳と同一蛋白濃度のものとして同粉乳 6% 稀釈液を使用した.

2. 装置

1) ポーラログラフ 島津製作所製 SH 型

2) pH メーター: Beckmann 製 (Model H-2)

III. 実験方法及び実験成績

A. 同一蛋白濃度の人乳及び牛乳の表面活性作用

の比較。

a) ポーラログラフ蛋白波に及ぼす亜硫酸添加の影響からみた実験

人乳及びこれと同一蛋白濃度に希釈した生牛乳、調整粉乳に亜硫酸を添加し、第I編と同様操作でポーラログラフ的蛋白触媒波を画き、砒素還元波出現に要する添加砒素濃度を検した。既に、第I編に述

べた如く、乳汁に添加された砒素は、乳汁蛋白の表面活性作用により電極への拡散吸着を抑制される為、還元波を出さず、過剰の砒素濃度になり初めて、電極に吸着され波を出現するものである。従つて、この砒素還元波出現に要する添加砒素量を検すれば、乳汁蛋白の表面活性作用の程度を知る事が出来る。成績は、第I表に示す如くであり、人乳は6γ/cc、

第 1 表

乳 汁	No.	添加砒素量	0 γ	1 γ	2 γ	3 γ	4 γ	5 γ	6 γ	7 γ
生人乳*	平均	活性SH基度	37.0	37.3	37.3	37.7	36.7	37.7	38.3	38.3
		砒素波波高	0	0	0	0	0	0	27.3	59.7
生牛乳	I	活性SH基度	16	14	15	16	14	14		
		砒素波波高	0	0	0	0	5	10		
	II	活性SH基度	14	13	13	13	14	15		
		砒素波波高	0	0	0	0	3	6		
III	活性SH基度	14	13	14	14	13	14			
	砒素波波高	0	0	0	0	4	8			
平均	活性SH基度	14.7	13.3	14.0	14.3	13.7	14.3			
	砒素波波高	0	0	0	0	4.0	8.0			
調整粉乳	I	活性SH基度	2	2	2	2	2	2		
		砒素波波高	0	0	7	15	28	51		
	II	活性SH基度	2	2	2	3	3	3		
		砒素波波高	0	0	17	15	17	39		
III	活性SH基度	2	2	2	2	3	3			
	砒素波波高	0	0	4	13	18	31			
平均	活性SH基度	2.0	2.0	2.0	2.3	2.7	2.7			
	砒素波波高	0	0	9.3	14.3	21.0	40.3			

* 生人乳：第1編に報告した。

生牛乳は4γ/cc、調整粉乳は2γ/ccの砒素添加により初めて砒素波が出現した。即ち、生人乳の表面活性作用が最も大で、次いで、生牛乳、調整粉乳の順であり、それらの関係を比率で示すと、生人乳・生牛乳：調整粉乳=3 2 1であつた。

b) ポーラログラフ砒素波に及ぼす乳汁添加の影響からみた実験

塩酸性亜硫酸溶液に各種乳汁を第I編と同様操作で添加し、ポーラログラフ砒素還元波を画いた。既に述べた如く、乳汁添加による砒素波の波高減少は、乳汁蛋白分子の表面活性作用によるものである。成績は第2表に示す如くであり、各種希釈乳汁0.25cc添加し、砒素波減少率を求むると、人乳は

84.5%、生牛乳は72.5%、調整粉乳は57.1%である。即ち、pH 2.5の塩酸性試験液中で、上記各種乳汁添加による砒素波減少率を検した成績でも乳汁の表面活性作用は、a)と同様、生人乳が最大で、次いで、生牛乳、調整粉乳の順であつた。

B. 加熱人乳及び加熱牛乳の表面活性作用の検討
乳汁の表面活性作用が、加熱により如何に変動するかを検さんが為に、人乳及び牛乳を100°C、10分間加熱して、下記実験を行つた。実験方法はAと同様操作である。

a) ポーラログラフ蛋白波に及ぼす亜硫酸添加の影響からみた実験

成績は第3表に示す如くであり、加熱人乳は

第 2 表

乳汁	砒素波高	添加量					
		0cc	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
*生人乳	平均波高	66.3	49.0	32.3	24.7	14.0	10.3
	平均減少率	0%	26.1%	51.3%	62.7%	78.9%	84.5%
生牛乳	No. I	66	62	55	46	36	18
	No. II	66	61	54	46	29	17
	No. III	68	63	53	50	29	20
平均	波高	66.7	62.0	54.0	47.3	31.3	18.3
	減少率	0%	7.0%	19.0%	29.1%	53.1%	72.5%
調整粉乳	No. I	64	64	55	46	37	29
	No. II	68	62	56	46	37	28
	No. III	66	62	56	48	38	28
平均	波高	66.0	62.7	55.7	46.7	37.3	28.3
	減少率	0%	5.0%	15.6%	29.2%	43.5%	57.1%

* 生人乳：第 1 編に報告した。

3.7/cc, 加熱牛乳は 4.7/cc の砒素添加により初めて砒素波が出現した。今、第 I 編に於いて述べた生人乳, 生牛乳の添加砒素量と本加熱実験成績とを比較すると, 人乳を加熱した場合は, 添加砒素量は 6.7/cc から 3.7/cc に減少, 又, 牛乳を加熱した場合は, 5.7/cc から 4.7/cc に減少した。即ち, 人乳の表面活性作用は, 牛乳のそれよりも加熱により著明に破壊されると考えられる。

b) ポーラログラフ砒素波に及ぼす乳汁添加の影響からみた実験

成績は第 4 表に示す如くであり, 稀釈加熱乳汁 0.25 cc 添加の場合をとりあげれば, 砒素波減少率は, 人乳 74.9%, 牛乳 97.4% である。今, 第 I 編に報告した生人乳, 生牛乳の砒素波減少率と本加熱実験成績とを比較すると, 加熱人乳の砒素波減少率は, 84.5% から 74.9% へと著明に減少するが, 加熱牛乳のそれは, 100% から 97.4% へと大差を認めなかつ

第 3 表

乳汁	No.		0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7	8.7	9.7	10.7
*生人乳	平均	活性 SH 基度	37.0	37.3	37.3	37.7	36.7	37.7	38.3	38.3			
		砒素波波高	0	0	0	0	0	0	27.3	59.7	77.0		
加熱人乳	I	活性 SH 基度	14	14	15	15	14	15	13	12	14	13	14
		砒素波波高	0	0	0	6	19	34	36	80	70	100	108
	II	活性 SH 基度	11	11	11	11	11	12	11	11	11	13	12
	砒素波波高	0	0	0	2	6	14	17	39	64	88	106	
III	活性 SH 基度	14	14	14	15	14	15	14	13	14	14	14	
	砒素波波高	0	0	0	4	27	19	40	76	93	120	127	
平均	活性 SH 基度	13.0	13.0	13.3	13.7	13.0	14.0	12.7	12.0	13.0	13.3	13.3	
	砒素波波高	0	0	0	4.0	17.3	22.3	31.0	65.0	75.7	102.7	113.7	
*生牛乳	平均	活性 SH 基度	52.7	52.0	52.0	52.0	52.0	52.3					
		砒素波波高	0	0	0	0	0	3.7	25.7	44.7	62.7		
加熱牛乳	I	活性 SH 基度	26	24	25	24	27	24					
		砒素波波高	0	0	0	0	7	15	32	54	71		
	II	活性 SH 基度	23	22	23	22	24	24					
	砒素波波高	0	0	0	0	1	3	7	16	65			
III	活性 SH 基度	24	23	23	23	25	25						
	砒素波波高	0	0	0	0	12	15	37	54	73			
平均	活性 SH 基度	24.3	23.0	23.7	23.0	25.3	24.3						
	砒素波波高	0	0	0	0	6.7	11.0	25.3	41.3	69.7			

* 生人乳, 生牛乳：第 1 編に報告した。

第 4 表

乳 汁	添加量		砒素波高						
	0cc	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25			
*生人乳	平均	波高	66.3	49.0	32.3	24.7	14.0	10.3	
	均	減少率	0%	26.1%	51.3%	62.7%	78.9%	84.5%	
加 熱 人 乳	No. I	波高	64	48	37	30	19	17	
	No. II	波高	63	48	38	28	22	15	
	No. III	波高	64	50	38	30	20	16	
平 均	波高	63.7	48.7	37.7	29.3	20.3	16.0		
	減少率	0%	23.5%	42.5%	54.0%	68.1%	74.9%		
*生牛乳	平均	波高	66.0	47.3	16.0	3.0	1.3	0	
	均	減少率	0%	28.3%	75.8%	95.5%	96.5%	100%	
加 熱 牛 乳	No. I	波高	67	48	19	9	7	3	
	No. II	波高	65	48	21	8	5	0	
	No. III	波高	65	48	20	10	2	2	
平 均	波高	65.7	48.0	20.0	9.0	4.7	1.7		
	減少率	0%	26.9%	69.6%	86.3%	91.5%	97.4%		

* 生人乳, 生牛乳: 第 1 編に報告した。

た。即ち, 本実験成績も又, a) と同様, 乳汁蛋白の表面活性作用は, 加熱により破壊され, しかもその程度は, 人乳が牛乳よりも大である事を示した。

C. pH2.5 (成人胃液 pH) 及び pH 4.5 (乳児胃液 pH) の条件に於ける人乳及び牛乳の表面活性作用の比較

b) に報告した各種乳汁の表面活性作用の研究は, 塩酸試験液の pH を 2.5 に調整して行つたものである。この試験液の pH は, 略々成人胃液の pH に相当する。そこで, 今回は, 塩酸試験液の pH を乳児胃液 pH である 4.5 に調整し, この中で砒素還元液を画き, これに各種乳汁溶液を作用せしめて, それら蛋白の表面活性作用を検し, pH 2.5 の場合のそれと比較した。

実験は, 生人乳, 加熱人乳, 生牛乳, 加熱牛乳, 調整粉乳及び市販牛乳に就いて行つた。pH 4.5 に於けるこれら乳汁の砒素波減少率に就いての成績は第 5 表に示す如くであり, 乳児胃液 pH 4.5 と, 成人胃液 pH 2.5 に於ける砒素波減少率とを比較したものは第 6 表である。但し, ここに示した減少率は, それぞれの稀釈乳汁 0.25 cc を作用せしめた場合のそれである。

即ち, 1) 生人乳, 加熱人乳は, pH 2.5 の場合よりも, pH 4.5 の場合に於いて表面活性作用が優れていた。2) 生牛乳, 加熱牛乳, 調整粉乳及び市販

第 5 表

乳 汁	添加量		砒素波高						
	0cc	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25			
生 人 乳	No. I	波高	55	33	13	6	3	1	
	No. II	波高	56	33	13	7	3	1	
	No. III	波高	54	32	14	6	4	1	
平 均	波高	55.0	32.7	13.3	6.3	3.3	1.0		
	減少率	0%	40.5%	75.8%	88.5%	94.0%	98.2%		
加 熱 人 乳	No. I	波高	55	34	24	18	11	8	
	No. II	波高	55	33	25	18	11	9	
	No. III	波高	55	34	23	18	11	9	
平 均	波高	55.0	33.7	24.0	18.0	11.0	8.7		
	減少率	0%	38.7%	56.4%	67.3%	80.0%	84.2%		
生 牛 乳	No. I	波高	53	47	28	16	8	4	
	No. II	波高	54	48	28	14	7	4	
	No. III	波高	53	47	28	16	7	4	
平 均	波高	53.3	47.3	28.0	15.3	7.3	4.0		
	減少率	0%	11.5%	47.5%	71.3%	86.3%	92.5%		
加 熱 牛 乳	No. I	波高	54	43	19	12	6	3	
	No. II	波高	54	44	18	13	5	2	
	No. III	波高	54	43	20	12	7	2	
平 均	波高	54.0	43.3	19.0	12.3	6.0	2.3		
	減少率	0%	19.8%	64.8%	77.2%	88.9%	95.7%		
調 整 粉 乳	No. I	波高	62	46	29	20	10	11	
	No. II	波高	62	47	29	21	12	9	
	No. III	波高	62	46	29	22	11	11	
平 均	波高	62.0	46.3	29.0	21.0	11.0	10.3		
	減少率	0%	25.3%	53.2%	66.1%	82.3%	83.4%		
市 販 牛 乳	No. I	波高	52	51	31	19	12	6	
	No. II	波高	51	44	31	14	7	5	
	No. III	波高	51	48	30	18	10	5	
平 均	波高	51.3	47.7	30.7	17.0	9.7	5.3		
	減少率	0%	7.0%	40.2%	66.9%	81.1%	89.7%		

第 6 表

減少率	pH 4.5 (乳児胃液)	pH 2.5 (成人胃液)
生 人 乳	98.2%	84.5%
加 熱 人 乳	84.2%	74.9%
生 牛 乳	92.5%	100%
加 熱 牛 乳	95.7%	97.4%
調 整 粉 乳	83.4%	91.2%
市 販 牛 乳	89.7%	94.6%

牛乳は、逆に pH 4.5 の場合よりも、pH 2.5 の場合に於いて活性作用が優れていた。3) 乳児胃液 pH 4.5 の状態で、人乳は加熱する事によりその表面活性作用激減するが、牛乳は逆に該操作により却つて若干増強した。

IV. 考 察

私は、第 I 編に次ぎ本編に於いて、ポーラログラフ的に、各種乳汁蛋白の表面活性作用に就いて 2, 3 の実験を行い、人乳と牛乳とは、種々の異つた性質を有する事を知つた。

第 I 編では、生人乳と生牛乳との表面活性作用を比較し、それぞれの全乳濃度では、生牛乳が生人乳よりも優れていたが、本編の如く、牛乳蛋白濃度を人乳のそれと同一にすると、逆に、生人乳が生牛乳よりも優れているという対蹠的な成績を得た。浜本教授⁹⁾は、乳汁蛋白の活性 SH 基度をポーラログラフ的に検すれば、それが乳汁の易消化性の指標になる事を報告されている。私も又、乳汁の表面活性作用を検するにあたり、乳汁蛋白活性 SH 基度もあわせ測定し、牛乳は全乳濃度では人乳よりも活性 SH 基度が大であるが、人乳と同一蛋白濃度に稀釈すると、これが減少する事を知つた。(第 I 編第 3 表、本編第 1 表)。又、第 II 編に於いて、人乳と調整粉乳の表在性 SH 基量を比色定量し、調整粉乳は全乳濃度では人乳より多くの表在性 SH 基を有して居るが、人乳と同一蛋白濃度になると、人乳よりこれが少くなる事を報告した。私の行つた乳汁蛋白の表面活性作用に就いての成績も又、これら活性 SH 基度、表在性 SH 基量に就いての成績と相一致するものであり、生又は現在の加工牛乳は、単に蛋白濃度を人乳のそれと同一にしても低価値であり、全乳濃度にして初めて人乳と同等の価値を有する事を示すものであつた。

次に、乳汁加熱の問題は、古くより種々論じられて来た。Catal²⁾⁻⁸⁾ は、数多くの哺育実験、代謝実験、動物実験を比較して、加熱人乳の障碍説を提唱し、Bayer⁹⁾、Kleinschmidt¹⁰⁾ 等の支持を得ている。更に、浜本教授¹⁾、及びその門下の矢野氏¹¹⁾ は、ポーラログラフを用い、乳汁蛋白 SH 基の活性度の面よりこの問題に就いて検討を加え、人乳は加熱により変性を受け易く且つ、変性を受けた SH 基は乳児カテプシン消化により復活されないが、牛乳はこれに反し、加熱により変性を受けても消化により SH 基活性度の上昇を示す事より、加熱人乳は、栄養生理学的に低価値であるとされた。近年、木下氏¹²⁾ も

又、人乳は加熱により消化性の減少を来たしたと報告しているが、他方 Kalte¹³⁾ は、人乳を 100°C 5-15 分間加熱しても、栄養価値の減少を認めなかつたといひ、乳汁加熱の問題は、現今でも尚論争の跡をたため実状である。私は、人乳及び牛乳蛋白を加熱変性せしめ、その表面活性作用を比較検討した処、人乳は煮沸により活性作用が激減し、牛乳はわづか減少すると云う成績を得た。この事は、人乳は牛乳よりも加熱により著しく変性を受け、本来の表面活性作用を消失したものと考えられ、浜本教授等の加熱人乳の活性 SH 基がカテプシン消化によつても上昇しない程に破壊されているという成績と一致する。最後に、塩酸酸性試験液の pH を、乳児の胃液 pH である 4.5 と、成人の胃液 pH である 2.5 に調整し、各種乳汁の表面活性作用を比較検討した処、人乳は乳児胃液 pH で、牛乳は成人胃液 pH で、それぞれ、活性作用が最も優れており、又、乳児胃液に於ける実験で、人乳は加熱したものより生のもの、牛乳は生のものより加熱したものが優れているという興味ある成績を得た。古くから、乳児栄養に、人乳の優秀性及び、人乳加熱の弊害、或は更に牛乳加熱による易消化性の問題が実証されている¹²⁾。今、私の実験で、乳汁の表面活性作用がこれら諸実験と極めて類似の成績を得た事は、乳汁の表面活性作用が乳汁の消化吸收生理の一端を担うものであると解する時、興味深いものである。

V. 結 論

各種乳汁に亜砒酸を添加し、ポーラログラフ的蛋白触媒波及び砒素還元波を画くと、亜砒酸又は蛋白質の濃度により、これらの波形に乳汁蛋白の表面活性作用に起因する変化を生ずる。この変化を利用して、人乳蛋白と牛乳蛋白との表面活性作用を比較し、下記の結果を得た。

- 1) 生人乳と生牛乳について、牛乳蛋白濃度を人乳のそれと同一になる様に調整すれば、生人乳蛋白が、生牛乳蛋白よりも優れた活性度を有していた。
- 2) 乳汁蛋白を加熱変性せしめ、人乳と牛乳とに就いて同様の活性作用を比較した処、人乳は、煮沸により活性度が激減し、牛乳は、わづか減少するという成績を得た。
- 3) 塩酸酸性亜砒酸液の pH を、乳児胃液 pH に近い 4.5 と、成人胃液のそれである 2.5 とし、各種乳汁の表面活性作用を比較検討すると、人乳は乳児胃液 pH で、牛乳は成人胃液 pH で、それぞれ、活性

度が最も優れており、又、乳児胃液 pH に於いて、人乳は加熱したものより生のもの、牛乳は生のものより加熱したものが優れていた。

擧筆するに当り終始御懇篤な御指導並びに御校閲を賜つた恩師浜本教授に衷心より深謝致します。

(本論文の要旨は浜本教授により文部省総合研究 SH 研究班第 2 回協議会 (昭和 32 年 2 月) に報告された)

文 献

- | | |
|---|---|
| 1) Hamamoto, E. : Mschr. Kinderheilk., 91 ; 37, 1942. | 8) Catel, W. : Mschr. Kinderheilk. 81 ; 334, 1940. |
| 2) Catel, W. : Mschr. Kinderheilk., 40 ; 354, 1928. | 9) Bayer, W. : Arch. Kinderheilk., 120 ; 189, 1940. |
| 3) Catel, W. : Jb. Kinderheilk., 234 ; 278, 1932. | 10) Kleinschmidt, H. : Kinderärztliche Praxis, 11, 8, 1940. |
| 4) Catel, W. : Dtsch. med. Wschr., 1933 II, 1689. | 11) 矢野豊 : 通信医学, 4; 10, 1952. |
| 5) Catel, W. : Dtsch. med. Wschr., 1935 I, 985. | 12) 木下保一 : 四国医学雑誌, 10 ; 317, 1957. |
| 6) Catel, W. : Med. Klin., 1939 I, 215. | 13) Kalte, H. : Mschr. Kinderheilk., 105 ; 451, 1957. |
| 7) Catel, W. : Klin. Wschr., 18 ; 342, 1939. | |

Experimental Studies on the Antidote of Arsenic Poisoning with the Use of Organic Thiol-compounds

Part IV. Polarographic study on the action of surface activity of milk proteins

By

Teturo Morita

Department of Pediatrics Okayama University Medical School
(Director: Prof. Eiji Hamamoto)

In drawing the polarographic curves of catalytic wave of protein and reductive wave of arsenic after adding arsenic acid to various milk solutions, by variation in the concentration of arsenic acid or proteins, changes occurred in the shape of these waves due to the action of surface activity of milk proteins. On comparing the action of surface activity of human milk protein with that of cow's milk protein, the following results were obtained.

1. As for human milk and cow's milk, when the concentration of cow's milk protein is adjusted so as to contain the same concentration of protein in human milk, it has been found that human milk protein possesses a superior action of surface activity than that of cow's milk protein.

2. In comparing the action of surface activity of human milk protein and cow's milk protein after changing the quality of milk protein by heating, it has been found that the surface activity of human milk protein is greatly decreased by boiling, while that of cow's milk protein is decreased only slightly.

3. In comparing the action of surface activity of various milks by adjusting the pH of hydrochloric arsenic acid solution to 4.5 which is close to the pH of gastric juice of infant and to 2.5 which is the pH of gastric juice of adult, and when these solutions are made to act on milk, the most marked action of surface activity can be observed in human milk at the pH of gastric juice of infant, while in cow's milk at pH of gastric juice of adult. Moreover, at the pH of gastric juice of infant, the action of surface activity is superior in raw milk than heated milk in the case of human milk, while in heated milk rather in raw milk in the case of cow's milk.